




INFORMATION RECORDING METHOD, REPRODUCING METHOD AND INFORMATION RECORDER

Patent number: JP2002237036
Publication date: 2002-08-23
Inventor: MAEDA TAKESHI; KATAYAMA YUKARI; MINEMURA HIROYUKI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
 - international: G11B7/004; G11B20/14
 - european:
Application number: JP20010031711 20010208
Priority number(s):

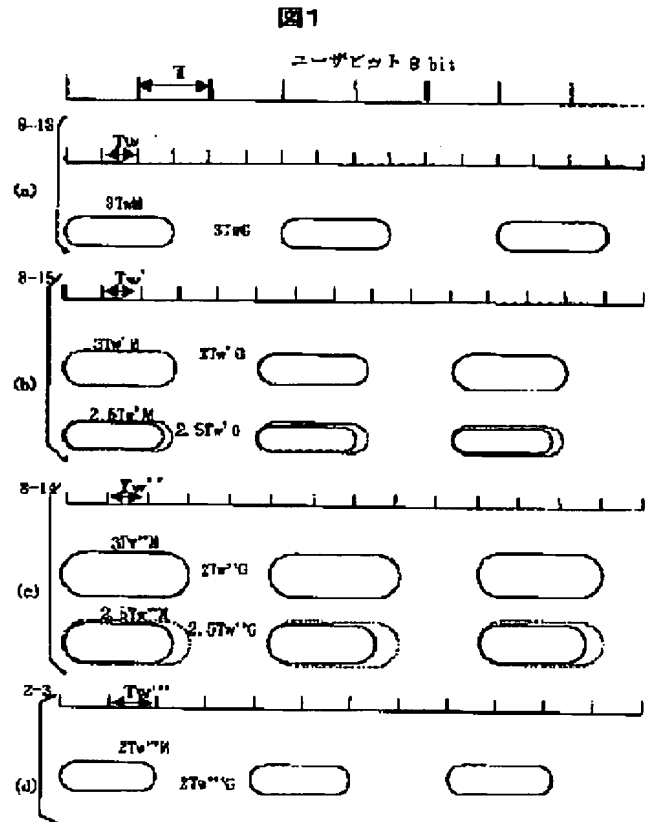
Also published as:

 US6492915 (B2)
 US2002140584 (A)
 JP2002237036 (A)

Abstract of JP2002237036

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that the signal amplitude is decreased and the error is liable to occur when the magnitude size of a minimum mark is made small.

SOLUTION: A recording mark is recorded by correcting the length so that the shortest mark and a shortest gap become to have the same length, when recording data after the asymmetric coding are recorded. Consequently, the reproduction of the signal is attained by increasing the signal amplitude and also increasing the width of a detection window.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開 2002-237036

(P 2002-237036 A)

(43)公開日 平成14年8月23日(2002.8.23)

(51)Int. Cl.⁷

G 1 1 B

7/004

20/14

識別記号

3 4 1

F I

G 1 1 B

7/004

20/14

テ-マ-ト(参考)

Z 5D044

A 5D090

審査請求 未請求 請求項の数 9

O L

(全 1 1 頁)

(21)出願番号 特願2001-31711(P2001-31711)

(22)出願日 平成13年2月8日(2001.2.8)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 前田 武志

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 片山 ゆかり

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報記録方法、再生方法及び情報記録装置

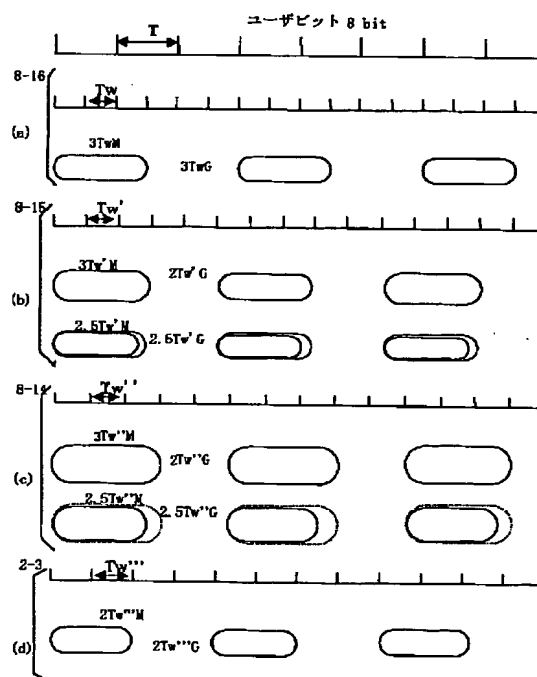
(57)【要約】

【課題】 最小のマークの大きさを小さくすると、信号振幅小さくなり、エラーが発生しやすくなる。

【解決手段】 非対称符号後の記録データを記録するときに、最短マークと最短ギャップが同じ長さになるように記録マークを長さを補正して記録する。

【効果】 信号振幅を大きく、かつ検出窓幅を大きくして、信号を再生することが可能となる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】媒体上に光レーザーを用いてマークを書くことにより、情報を記録する情報記録方法において、最短マークを形成する際の記録波形に対応する第 1 のチャンネルデータと、マーク間の最短スペースを形成する際の記録波形に対応する第 2 のチャンネルデータとは非対称であり、前記第 1 のチャンネルデータ及び前記第 2 のチャンネルデータを含むチャンネルデータを前記光レーザーの記録波形に変換して、前記媒体に、最短マークと最短スペースの間隔が略等しくなるように記録することを特徴とする情報記録方法。

【請求項 2】媒体上に光レーザーを用いてマークを書くことにより、情報を記録する情報記録方法において、ユーザービットをチャンネルビットに変換する変調符号として 8-14 符号を用い、前記チャンネルビットを前記光レーザーの記録波形に変換して、前記媒体に、最短マークとマーク間の最短スペースが略等しくなるように記録することを特徴とする情報記録方法。

【請求項 3】前記チャンネルデータを NRZ 変換し、前記最短マークに相当するパルス長さを検出窓幅の半分だけ短くすることによって、前記最短マークとマーク間の最短スペースが略等しくなるように記録することを特徴とする請求項 2 記載の情報記録方法。

【請求項 4】媒体上に光レーザーを用いてマークを書くことにより、情報を記録し、前記マークの反射光の強度による再生信号から情報を再生する情報記録再生方法において、最短マークを形成する際の記録波形に対応する第 1 のチャンネルデータと、マーク間の最短スペースを形成する際の記録波形に対応する第 2 のチャンネルデータとは非対称であり、前記第 1 のチャンネルデータ及び前記第 2 のチャンネルデータを含むチャンネルデータを前記光レーザーの記録波形に変換して、前記媒体に、最短マークと最短スペースの間隔が略等しくなるように記録し、前記マークの反射光の強度による再生信号から前記再生信号の立ち上がり及び立ち下がりに対応した第 1 及び第 2 のタイミング信号を検出し、前記第 1 及び第 2 のタイミング信号から独立に第 1 及び第 2 の同期信号及びクロック信号を形成し、前記第 1 及び第 2 の同期信号及びクロック信号に基づいて前記マークから得られる第 1 及び第 2 のタイミング信号からデータを独立に再生し、前記独立に再生されたデータを合成して復調することを特徴とする情報記録再生方法。

【請求項 5】前記記録は、ユーザービットをチャンネルビットに変換する変調符号として 8-14 符号を用いることを特徴とする請求項 4 記載の情報記録再生方法。

【請求項 6】媒体上に光レーザーを用いてマークを書くことにより、情報を記録し、前記マークの反射光の強度による再生信号から情報を再生する情報記録再生方法において、最短マークを形成する際の記録波形に対応する第 1 のチャンネルデータと、マーク間の最短スペースを形

成する際の記録波形に対応する第 2 のチャンネルデータとは非対称であり、前記第 1 のチャンネルデータ及び前記第 2 のチャンネルデータを含むチャンネルデータを前記光レーザーの記録波形に変換して、前記媒体に、最短マークと最短スペースの間隔が略等しくなるように記録し、前記マークの反射光の強度による再生信号からバーチャルレスポンス方式を用いてデジタルデータを再生することとを特徴とする情報記録再生方法。

【請求項 7】前記バーチャルレスポンスのインパルス応答長は 3 ビット以上であることを特徴とする請求項 6 記載の情報記録再生方法。

【請求項 8】前記記録は、ユーザービットをチャンネルビットに変換する変調符号として 8-14 符号を用いることを特徴とする請求項 6 記載の情報記録再生方法。

【請求項 9】記録媒体に照射するためのレーザを駆動するためのレーザ駆動回路と、ユーザーデータをチャンネルデータに 8-14 変調する符号化回路と、前記符号化回路から受け取った NRZ 形式のデータを、最短マーク長に相当するパルス長さを検出窓幅の半分だけ短くするマーク長補正回路と、前記マーク長補正回路からのデータを、電圧波形に変換する記録波形発生回路とを有することを特徴とする情報記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、DVD などの光ディスクに情報を記録、再生する方法に関し、特に高密度化に好適で、ラン長制限符号に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から光ディスク装置においては、ユーザーデータを RLL (ラン長制限) 符号化し、それを NRZI 変調で 1、-1 の 2 値データに変換し、1、-1 のそれぞれをマーク、非マークに割り当てて媒体に書き込んでいた。光ディスク用ラン長制限符号としては、CD (Compact Disk) に使用されている EF M 符号 (US Patent 4, 501, 000)、DVD に使用されている EFMP1us (US Patent 5, 696, 505) 符号が有名である。EF M 符号、EFMP1us 符号は $d=2$ 、 $k=10$ の (d 、 k) RLL (ラン長制限) 符号である。ここで $d=2$ 、 $k=10$ というのは、ラン長制限符号上での 1 と 1 の間に入る 0 の数の最小値と最大値である。NRZI 変調では、ラン長制限符号が 1 のとき、 $1 \rightarrow -1$ 、 $-1 \rightarrow 1$ のように符号の反転を行い、ラン長制限符号が 0 のときは符号はそのままという変換を行うので、 $d+1$ が最小のマーク、非マークの長さとなる。すなわち EF M 符号や EFMP1us 符号において最小のマーク、非マークの長さはともに 3 ビットであった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ここで、最小のマークの大きさ d を小さくすると、ユーザーデータとラン長制限

符号の変換比 $m:n$ が小さくなり、検出窓が広がるので、ジッターの面で有利である。しかし、光ディスクでは、最小のマークの大きさが真円に近くなるように設定されるので、マークの長さが小さくなるとマークの幅も小さくなり、マークの最小の大きさの信号振幅はマーク長さの2乗に比例して小さくなるという問題があった。たとえば同じユーザデータ密度で書き込んだ場合、 $d=1$ の(1, 7)符号は変換比が2:3であり、 $d=2$ の(2, 7)符号は変換比が1:2であるが、最小のマークの長さは(1, 7)符号:(2, 7)符号=8:9と(1, 7)符号のほうが8/9だけ小さくなる。信号振幅は2乗に比例するので、(1, 7)符号:(2, 7) *

*符号=64:81と約3/4になってしまう。信号振幅が小さくなると S/N が下がり、エラーが発生しやすくなるため、 d を小さくして変換比を下げ、検出窓を広げることができないという問題があった。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記問題を解決するために、マークの最小の大きさと非マークの部分の最小の大きさを非対称とし、マークの部分の長さは3ビット以上とする変調符号を考案した。考案した変調符号と従来の変調符号との比較表を表1に示す。

【0005】

【表1】

表1 変調方式の比較表

変調方式		(1, 7)変調	(2, 10)変調	8-14非対称符号	8-15非対称符号
変換ユーザビット	n	2	8	8	8
変換チャネルビット	m	3	16	14	15
検出窓幅	T_w	$2T/3=0.66T$	$8T/16=0.5T$	$8T/14=0.571T$	$8T/15=0.533T$
	ns	16	12	14	13
基本最低周波数	f_{min}	$3/(32T)=0.09375/T$	$1/(11T)=0.091/T$	$4/(8*2*13T)=0.0673/T$	$15/(8*2*16T)=0.0586/T$
	MHz	3.87	3.75	2.78	2.42
基本最高周波数	f_{max}	$3/(8T)=0.375/T$	$1/(3T)=0.33/T$	$2T/1/4Tw, 3T/1/8Tw$	$2T/1/4Tw, 3T/1/8Tw$
	MHz	15.5	13.6	18 / 12	19.3 / 12.9
データパターン数		7	9	-	-
最短マーク間隔	$T_{min} M$	$4T/3=1.33T$	$3T/2=1.5T$	$24T/14=1.714T$	$24T/15=1.6T$
		$2Tw$	$3Tw$	$3Tw$	$3Tw$
	ns	32	36	42	39
最短スペース間隔	$T_{min} S$	$4T/3=1.33T$	$3T/2=1.5T$	$16T/14=1.14T$	$16T/15=1.06T$
		$2Tw$	$3Tw$	$2Tw$	$2Tw$
	ns	32	36	28	26
平均最短間隔	$T_{min} ave$	$4T/3=1.33T$	$3T/2=1.5T$	$10T/7$	$4T/3$
		$2Tw$	$3Tw$	$2.5Tw$	$2.5Tw$
	ns	32	36	35	32
最長エッジ間隔	T_{max}	$16T/3=5.33T$	$11T/2$	$104T/14=7.42T$	$124T/15=8.55T$
		$8Tw$	$11Tw$	$13Tw$	$16Tw$
	ns	129	133	180	207
クロック周波数	f_c	$3/(2T)=1.5/T$	$2/T$	$14/(8T)=1.75/T$	$15/(8T)=1.875/T$
	MHz	61.9	82.5	72.2	77.3

$T[ns]=24$

ユーザビット時間を T と等しくすると、従来の(1, 7)変調符号は(2, 10)変調符号に比較して検出窓幅 T_w は広いが、最短マーク長(最短ギャップ長)は短く、十分な振幅を取れないという課題があった。一方、(2, 10)変調符号は(1, 7)変調符号に比較して最短マーク長(最短ギャップ長)は長いが、検出窓幅 T_w は狭いという課題があった。しかし、今回考案された非対称符号は最短マーク長が従来の(1, 7)(2, 10)に比較して長く、検出窓幅が両変調方式の中間に位置するものである。しかし、最短ギャップは(1, 7)変調符号に比較して短くなるため、この符号方式では従来の直接検出波形をスライスする方法では最短非マーク部では十分な振幅がとれず、エッジ部を検出できないという問題が生じる。しかし、表1に示したように最短マーク(ギャップ)の平均間隔は従来の変調符号とほぼ同じ値となっている。特に、8-14非対称符号の最短平均間隔は従来の変調符号で最も長い(2, 10)変調

号での値とほぼ等しく、かつ検出窓幅が広くなる。そこで、記録時には、最短マーク長を短く、最短ギャップ長を長く記録し、かつ非対称符号を検出できる方策を考案した。本発明での最短マークと最短ギャップの組み合わせパターンをディスク面上に記録したときの配列関係を図1に示す。ここで、 $n-m$ 変調符号の意味は、 n ユーザビットを m チャネルビットに変換する変調符号であることを示している。図には従来の変調符号として8-16変調符号、2-3変調符号(従来よく使用されている(1, 7)変調符号である)を例にとり、非対称符号としては、8-15非対称符号、8-14非対称符号を取り上げて、ユーザビット間隔 T と各チャネルビット間隔の関係を示した。非対称符号の上部では変調符号をそのまま記録した場合のマーク配列を示し、下部では記録補正をする前を点線で、補正後を実線で示した。本願では非対称符号のデータを記録する時にあらかじめ、最短マークとギャップが等しい間隔を持つように、本実施

例では、略0.5Tw分だけ全てのマーク長を短く記録しておく。このようにすると、最短マーク、最短ギャップの組み合わせでも記録マーク、ギャップがそれぞれ、2.5Twの長さになることから、従来の(2,10)変調符号と同様に最短ギャップで十分に検出できる信号振幅を確保できることから、安定に前後のエッジを検出できる。なお、従来の(2,10)変調符号より検出窓幅が広いためにデータの検出信頼度も向上する。従来の(1,7)変調符号に比較しても、検出窓幅は広くないが、最短マーク、ギャップでの再生信号振幅が大きいためデータ信号検出の信頼性も優れている。再生するための第一の方策は、マークの前後のエッジ位置を独立に検出する方法である。光ディスクのデータ検出においては、トラックに沿って移動する読出しヘッドからトラック1上に記録された情報のアナログ信号を適当な閾値4により(ハ)に示すような2値化信号を得、これを処理して情報の再生が行なわれる。ところで(ロ)のアナログ信号は、記録・再生各々の条件によって、その振幅、形状など大きく変動する。しかし、アナログ信号波形が、その立上り部分および立下り部分のみを調べると、同じ形(関数)で表わされるという事が解っている。なお、立ち上がり部分の間の間隔、立下り部分の間隔が記録データでの間隔と等しいことが解っている。すなわち、デジタル化のための閾値とデジタル化信号の関係は、波形の関数形を反映したものとなり、従って規則的であるということを利用し、記録情報の前縁及び後縁に対応した信号をそれぞれ独立に検出し、これら信号の各々から独立にタイミング信号の再生および前記タイミング信号によるデータ再生を行なうことができることが知られている。この検出方法を本願に適用することにより前記問題を解決できる。再生するための第2の方策は、本検出方法に、パーシャルレスポンス再尤復号方式(Partial Response Maximum Likelihood:以後PRMLと略記する)を使用することである。従来から、磁気ディスクでは記録密度を向上させるために通信分野の技術を応用したPRMLを用いていた。パーシャルレスポンス(PR)は、符号間干渉(隣り合って記録されているビットに対応する再生信号同士の干渉)を積極的に利用して必要な信号帯域を圧縮しつつデータの再生を行う方法である。またビタビ復号方式(ML)は、いわゆる再尤系列推定方式の1種であって、再生波形のもつ符号間干渉の規則を有効に利用し、複数時刻にわたる信号振幅の情報に基づいてデータ再生を行う。PRMLに関しては、電子情報通信学会論文誌C-II, vol. J75-C-II, No. 11 pp. 611-623 「磁気ディスク用信号処理技術の最近の展開」三田誠一「に詳細に述べられている。従来のMRMLではマークとギャップは検出窓幅単位であるため、再生信号の再尤系列の推定は検出窓幅の間隔で判定を行っているが、本願では最短マークと最短ギャップ

の長さが検出窓幅の2.5倍になっているため、従来のPRML信号処理は使えない。そこで、本願では検出窓幅の0.5倍間隔で再尤系列の推定を行うことにする。このようにすると、非対称符号の変換後のマーク部の長さを一律に0.5倍の検出窓幅分短く記録した再生信号にPRML処理を施し、データを検出できるようになる。

【0006】

【発明の実施の形態】(実施例1)図2は、本発明が適用される光ディスク装置の概略構成を示すブロック図である。本例は、本発明に制限を加えるものではなく、光ディスク装置は本例のようにコンピュータの記憶媒体として用いられる場合もあれば、テレビと接続して据え置き型画像、音声記録再生装置として用いられる場合もある。また、携帯ビデオカメラ、携帯音楽再生装置などの記録再生装置として用いられる場合もある。図2において、ホストインターフェイス(ホストI/F)2107は、光ディスク装置と図示しないパーソナルコンピュータなどのホストコンピュータとのデータ転送を制御する。記録符号化回路2105は、ホストI/F2107を介してホストコンピュータから受け取った記録すべきユーザデータをあらかじめ定められた規則に従って非対象符号に変調し、記録媒体2101に記録できるデータに変換する(この処理を符号化という)。この変換された記録媒体に記録できるデータをチャンネルデータという。符号化されたデータを記録符号化回路2105からNRZ(ノンリターンツーゼロ)の形で受け取り、マーク長補正回路2108において、マーク長に相当するパルス長さを検出窓幅の半分分だけ短くし、NRZの形で記録波形発生回路2109に送出する。なお、ここではマーク長に相当するパルス長さを短くするが、スペース長に相当するパルス長さは短くしない。記録波形発生回路2109では記録媒体に好適な電圧波形に変換する。例えば、特開2000-149265号に開示されたように、書き換え型相変化媒体ではマルチパルスを用いて、記録データパターンに応じて、前記マルチパルスの時間タイミングを制御した波形を作成する。レーザ駆動回路2110では受け取った記録波形をレーザ駆動のための電流に変換し、記録再生ヘッド2102に送出し、半導体レーザの発光光量を制御して記録媒体上にマークを書き込む。データの読み出し時には記録再生ヘッド2102ではレーザ光を媒体に当て、マークと非マークの光の反射強度の差を利用して、反射光によりデータを読み出し、読み出した情報を電気情報に変換する。再生アンプ10で適度な増幅を行った後、データ再生回路2106へ出力する。データ再生回路2106は読み出された信号に対して適切な帯域制限を行った後、この信号をデジタル信号に変換する。得られたデジタルのデータ列は、復号化回路2106において、符号化回路2105と逆の復調が行われて(この処理を復号化とい

う)、元のデータが復元される。光ディスク装置では、以上のような手順によってデータの記録再生が行われる。

(実施例2) 第1の再生方式について以下詳細に述べる。図3は本発明を実施するデータ再生回路のブロック構成図を示す。10は再生アンプで媒体の記録情報(例えば、光ディスクに記録されたビット)に従って図4(イ)に示すようなアナログ信号波形3が出力される。11は2値化回路で図4(イ)の閾値4とアナログ波形3とから、図4(ロ)に示す2値化パルス5を出力する。20は2値化パルス5の立上り部分に対応したパルス5-1(図4(ハ))を取出す回路であり、30は2値化パルス5の立下り部分に対応したパルス5-2(図4(ニ))を取出す回路である。図4に於て5-1は2値化パルス5の立上りエッジに対応したパルス、5-2は立下りエッジに対応したパルスであり、これをエッジパルスまたはデータパルスと呼ぶことにする。21, 31はそれぞれタイミング再生回路で、例えばPLL(P h a s e L o c k e d L o o p)回路である。即ち立上りエッジ検出回路20および立下りエッジ検出回路30の出力は、それぞれ前記2値化パルス5の立上りタイミング、立下りタイミングに対応した連続クロックが再生される。22, 32はデータ検出回路で、PLL回路21, 31で再生されたクロックの各タイミングに於て、データパルスの有無を判定する。すなわち回路22では立上りエッジパルスから作られたクロックで、立上りエッジに対応したデータパルスを判定する。回路32では立下りエッジについて同様な処理をする。40は前記2つのエッジパルスの処理結果を合成する回路である。これは単に各々のクロック信号で取込まれ、出力は前記クロックのいずれかまたは第3のクロックで取出せるようにしたレジスタで良い。50は前記のデータ系列からデータを復調するデコーダでありこれは特に本発明に特有である必要はない。すなわち従来装置と同様のデコーダ(復号器)でよい。前記立上りエッジパルス5-1あるいは立下りエッジパルス5-2の処理回路の具体的一例を図5に示す。12は正、補2出力をもつゲート、22, 32はフリップフロップ42はオアゲート、41はレジスタ、43はクロック信号である。以上説明した図3の実施例によれば、立上り、立下りエッジパルスを別々に処理し、2値化後のデータで合成するため、ディスク上のマークが短く記録されていても、合成後のデータを復号に使用することにより、非対称符号の変調データの再生が可能となる。

(実施例3) もう一つの再生方法について図6を用いて詳細に述べる。ディスクからの読み出し信号である再生ブリアンプ2103の出力を前置等化器301によりアナログ信号のままトランスバースルフィルタを用いて、後述するクロック作成のためのPLL回路が動作できるような波形にしておく。前置等化器301の出力信号を

振幅を一定にする自動利得制御回路302に入力し、後述のビタビ復号が容易にできるように信号振幅が一定になりようにゲインを制御する。自動利得制御回路302の出力信号を低域フィルタ303に入力し、雑音と信号の帯域を制限した後、低域フィルタの出力をA-D変換器304とPLL回路307に入力する。A-D変換後のデジタル信号をPR等化器305に入力し、デジタルフィルタを用いて、前置等化器の等化特性とデジタルフィルタの特性を合わせて、所定のパーシャルレスポンス特性となるようにデジタルフィルタの特性を構成する。PR等化器305の出力を、ビタビ復号器306に入力し、ビタビ復号処理を行う。ビタビ信号処理は以下の動作を行う。詳細に付いては、江藤、三田、土居共著、「デジタルビデオ記録技術」、1990年日刊工業新聞社刊に述べてある。データの間に相関があると、理想的な再生波形は限られたパターンしか描かない。雑音を含む実際の再生波形はこのパターンから外れることがあるが、最も近いパターンを選ぶことで、一番確からしいデータ列を見つける。PR(パーシャルレスポンス)方式をつかって等化した波形は符号間干渉によってデータの間に相関を持たせているので、ビタビ復号ができる。PR信号処理後の波形を在る時点nでサンプリングした信号(y_n とする)はその時点以前のデータによる干渉と、その時刻に再生すべきデータ a_n によって雑音を含まない場合には決まる。他の時刻のデータによる干渉状態を状態 S_n と定義すると、 S が取りうる値は限られているので、 S_n, a_n, y_n とを使って状態の遷移を表せる。この状態遷移を時間ごとに予測されるあらゆる(y_n, a_n)の組み合わせと実際にサンプリングした値を比較して、値がより近い(y_n, a_n)の組の遷移履歴を残す。各時刻でこの操作を繰り返すと次第にひとつの履歴のみが残るようになる。この履歴の a_n 列がもっとも確からしいデータ列となる。この処理のサンプリングタイミングを決めるのがPLLから作成したクロックである。

(実施例4) 本発明の、マークの部分の最小の長さが3で非マークの部分の最小の長さが2の、ラン長制限符号の構成方法および符号化回路について詳細に説明する。ここでは、マークの部分の最小のビット数は3、非マークの部分の最小のビット数は2となるように作られ、符号のDC成分を抑制する機能を持った符号化器の例を説明する。本符号化回路の出力符号列の0の部分はマーク、1の部分は非マークになるように、構成される。符号化回路2105の詳細ブロック図を図7に示す。信号線4404を通して、ユーザデータはホストI/Fから送られる。次ステートレジスタ4402及びDSVカウンタ4406は、初期状態では"0"に初期化されている。次ステートレジスタ4402及びDSVカウンタ4406の値と信号線4404を通して与えられたユーザデータにより、図10から図15に示すテーブルの

変換が行われる。まず、DSVカウンタ4406の値が正のときは、図10から図15のテーブルAを用いて変換し、DSVカウンタ4406の値が0または負のときは、図10から図15の変換テーブルBにしたがって変換する。図10から図15の左の5列がテーブルAであり、右の5列がテーブルBである。このテーブルは符号語を10進で表している。テーブルAとテーブルBは網掛けの部分は互いに異なり、網掛けでない部分は同じ符号語で構成されている。テーブルAの網掛けの部分は14ビットの符号語中の1の数が0の数に比べて極端に少ない符号語のみ、すなわち1の数が5以下の符号語のみで構成されている。変換テーブルBの網掛けの部分は14ビットの符号語中の1の数が0の数に比べて多い符号語のみ、すなわち1の数が8以上の符号語のみで構成されている。したがって、マークの部分を一1、非マークの部分を一1とおいたときの累積値RDS (Running Digital Sum) を網掛けの符号が選択される場合には制御することができ、低周波成分を制御できる。次ステートレジスタでは、次の変換で用いるステートが下記のように設定される。8-14変換器4401の出力符号列の最後の2ビットが”11”で終わっていれば、次ステートレジスタ4402の示すステートは0にセットされる。8-14変換器4401の出力符号列の最後の2ビットが”01”で終わっていれば、ステートは1にセットされる。8-14変換器4401の出力符号列の最後の2ビットが”10”で終わっていれば、ステートは2にセットされる。8-14変換器4401の出力符号列の最後の3ビットが”100”で終わっていれば、ステートは3にセットされる。8-14変換器4401の出力符号列の最後の3ビットが”000”で終わっていれば、ステートは4にセットされる。DSVカウンタ4406では、8-14変換器4401の出力符号列に従い、 $(1 \text{ の数}) \times 1 + (0 \text{ の数}) \times (-1) + 2$ をDSVカウンタ値に加える。図10から図15に示すテーブルにおいて、前の符号列が”11”で終了するステート0の出力符号列には最初の3ビットが”100”、”110”、”000”で始まり、上記の制約(1は必ず2ビット以上続き、0は必ず3ビット以上続く)を満たす符号列が各ユーザデータにユニークに割り当てられている。前の符号列が”01”で終了するステート1の出力符号列には最初の3ビットが”100”、”110”、”111”で始まり、上記の制約(1は必ず2ビット以上続き、0は必ず3ビット以上続く)を満たす符号列が各ユーザデータにユニークに割り当てられている。前の符号列が”100”で終了するステート2の出力符号列には最初の3ビットが”000”、”001”、”011”で始まり、上記の制約(1は必ず2ビット以上続き、0は必ず3ビット以上続く)を満たす符号列が各ユーザデータにユニークに割り当てられている。前の符号列が”000”で終了するス

テート2の出力符号列には最初の3ビットが”000”、”001”、”011”、”11”で始まり、上記の制約(1は必ず2ビット以上続き、0は必ず3ビット以上続く)を満たす符号列が各ユーザデータにユニークに割り当てられている。前の符号列が”10”で終了するステート2の出力符号列には最初の3ビットが”000”、”001”、”011”で始まり、上記の制約(1は必ず2ビット以上続き、0は必ず3ビット以上続く)を満たす符号列が各ユーザデータにユニークに割り当てられている。このような変換を行うと、前の出力符号列が”10”で終了し、後の出力符号列が”011”で始まる場合には、上記制約(1は必ず2ビット以上続き、0は必ず3ビット以上続く)を満たさなくなる。したがって、接続部変換器4403にて前の出力符号列が”10”で終了し、後の出力符号列が”011”で始まる場合には、この5ビットを”11”と”111”に変換する。接続変換器203は、以下のように動作する。信号線4431から与えられる8-14変換器4401の出力符号列の最初の3ビットとレジスタ4432に貯えられた1ステップ前の出力符号列の最後の2ビットを見て、8-14変換器201の出力符号列の最初の3ビットが”011”でないか、またはレジスタ4432に貯えられた1ステップ前の出力符号列の最後の2ビットが”10”でない場合には、レジスタ4432に貯えられた1ステップ前の出力符号列を符号器出力として、そのまま記録再生アンプ2103に出力する。また、8-14変換器4401の出力符号列をそのままレジスタ4432に格納する。8-14変換器4401の出力符号列の最初の3ビットが”011”で、レジスタ4432に貯えられた1ステップ前の出力符号列の最後の2ビットが”10”の場合には、レジスタ4432に貯えられた1ステップ前の出力符号列の最後の2ビットを”10”→”11”に変換して、符号器出力として再生アンプ2103に出力する。また、8-14変換器4401の出力符号列の最初の3ビットを”011”→”111”に変換してレジスタ4432に格納する。元々、ステート0、”11”で終了した後の符号列には”111”で始まる符号列は入っていないため、このような変換を行うことにより、本符号化回路2105が出力する符号列は上記の制約を満たす符号語になり、ユーザデータをユニークに変換することができる。このような変換を行うことにより、本符号化回路2105が出力する符号列は上記の制約を満たす符号語になり、ユーザデータをユニークに変換することができる。また、1ステップごとにDSVをチェックし、使用する表を使い分け、DSVが正のときに使用する表、Table Aには”0”の数が”1”の数+2より多い符号語をなるべく配置し、DSVが負または0のときに使用する表、Table Bには、”1”の数+2が”0”の数より多い符号語をできる限り配置しているので符号語のDC成分

を制御できる。図8は本実施例の復号化回路2106の詳細ブロック図である。データ再生回路2104により、マークの部分は0、非マークの部分は1として再生されたデータ列が14ビットごとに本復号化回路に入力される。接続部変換器に信号線4505を通してデータが入力されると変換器4531は、レジスタ4532に貯えられた1ステップ前の出力符号列の最後の2ビットが”11”で、信号線4505から入力された符号列の最初の3ビットが”111”の場合には、レジスタ4532に貯えられた1ステップ前の出力符号列を最後の2ビットを”10”に変換して、14-8変換器4501に出力する。信号線4505から入力された符号列を最初の3ビットを”011”に変換してレジスタ4532に格納する。入力データの最初の3ビットおよびレジスタ4532の最後の2ビットが”11””111”でないときは、レジスタ4532の値をそのまま14-8変換器4501に出力し、入力データの値をそのままレジスタ4532に格納する。14-8変換器4501では、8-14変換器4401と逆の変換が行われる。次ステートレジスタ4502は最初0に初期化されている。14ビットのデータが入力されると、図10から図15に示す表のステートと14ビットデータにしたがって、ユーザーデータが信号線4504に出力される。次ステートレジスタ4502は、符号化回路4405の場合と同様、14ビットの入力符号列の最後の2ビットが”11”で終わっていれば、0にセットされ、14ビットの入力符号列の最後の2ビットが”01”で終わっていれば1、”10”で終わっていれば2、14ビットの入力符号列の最後の3ビットが”100”で終わっていれば3、”000”で終わっていれば4にセットされる。このように動作することにより、ユーザーデータが復号できる。図10から図15のTable AとTable Bは、重複するものは同じユーザーデータに割り当てられており、各ステートの中にも重複するものがないので、ユニークに復号できる。またDSVカウンタでは、1変換毎に実際のDSV値に2だけ多く加算し、DSVカウンタが0以下ならば比較的、”1”の数+2が”0”の数よりも多い符号で構成されているテーブルBから、DSVカウンタが0より大ならば、”1”の数+2が”0”の数よりも少ない符号を満たす符号で比較的構成されるテーブルAから、選択されるので、符号の実際のDSV値は図9に示されるように14チャンネルビット毎に-2だけ小さくなる線を中心として、制御される。

【0007】

【発明の効果】以上説明した如く本発明によれば、非対

称符号を用いても、情報記録媒体に記録された情報からの読出し信号の前縁、後縁に対応した信号（立上りエッジ、立下りエッジ）を取出し、セルフクロッキング方式（記録データ自体から再生のためのクロックを再生する方式）でデータを再生する装置に於て前記両信号をそれぞれ独立に処理するため、記録時のマークが非対称符号から決まるマーク長よりも短く、ギャップ部が長く記録されても、それに影響されることなくデータ再生が可能となり、非対称符号を光ディスク装置に適用し、高密度データ記録再生システムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】情報再生の過程を示す説明図。

【図2】本発明と従来変調符号の記録マークを説明する図。

【図3】本発明の第1の実施例を示すブロック図。

【図4】図3の動作を説明する図。

【図5】図3の具体的な回路の実施例を示すブロック図。

【図6】図6は本発明の実施例3を示すブロック図である。

【図7】図7は本発明の実施例4の符号器のブロック図である。

【図8】図8は本発明の実施例4の復号器のブロック図である。

【図9】図9は本発明の実施例4のDSV値を示す概念図である。

【図10】本発明の実施例4の符号変換表の一部である。

【図11】本発明の実施例4の符号変換表の一部である。

【図12】本発明の実施例4の符号変換表の一部である。

【図13】本発明の実施例4の符号変換表の一部である。

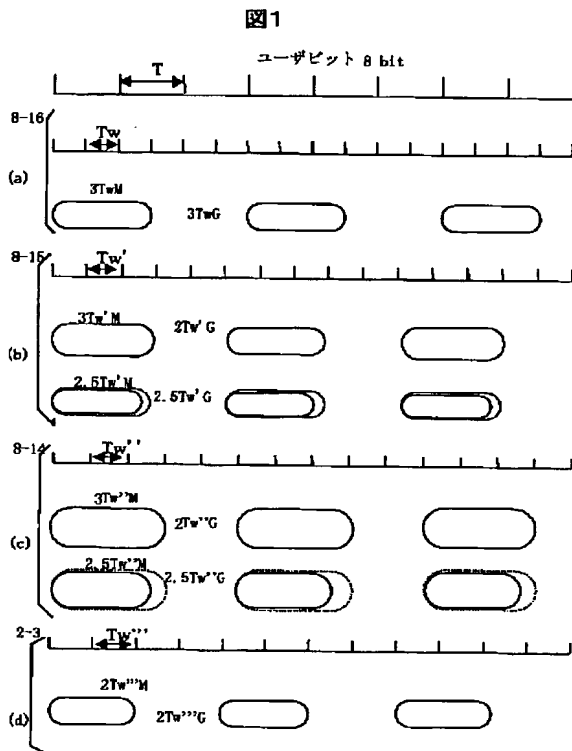
【図14】本発明の実施例4の符号変換表の一部である。

【図15】本発明の実施例4の符号変換表の一部である。

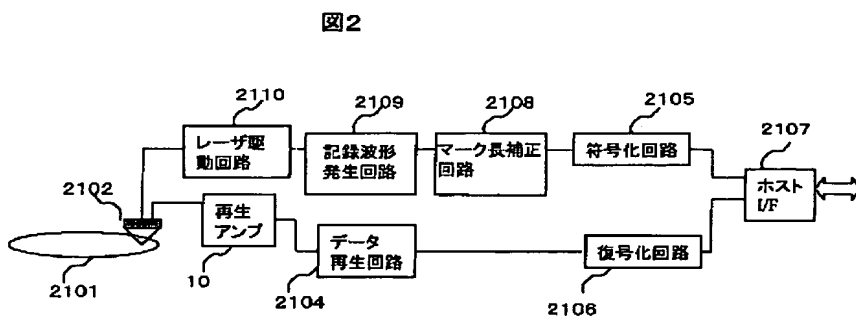
【符号の説明】

1：トラック、2：記録情報、3：読出アナログ波形、4：閾値、5：デジタル化出力、10：再生アンプ、11：デジタル化回路、20、30：エッジ検出回路、21、31：PLL、22、32：データ検出回路、40：データ合成回路、50、51、52：デコーダ。

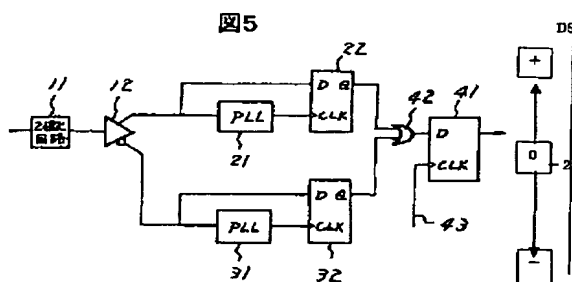
【図1】



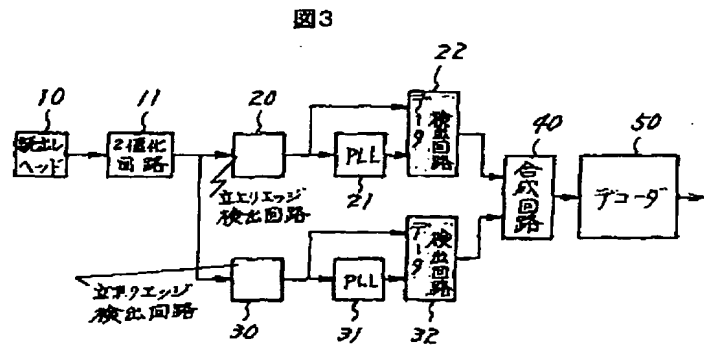
【図2】



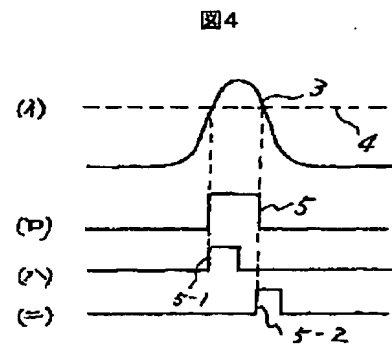
【図5】



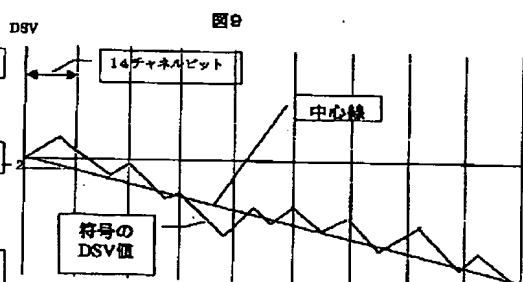
【図3】



【図4】

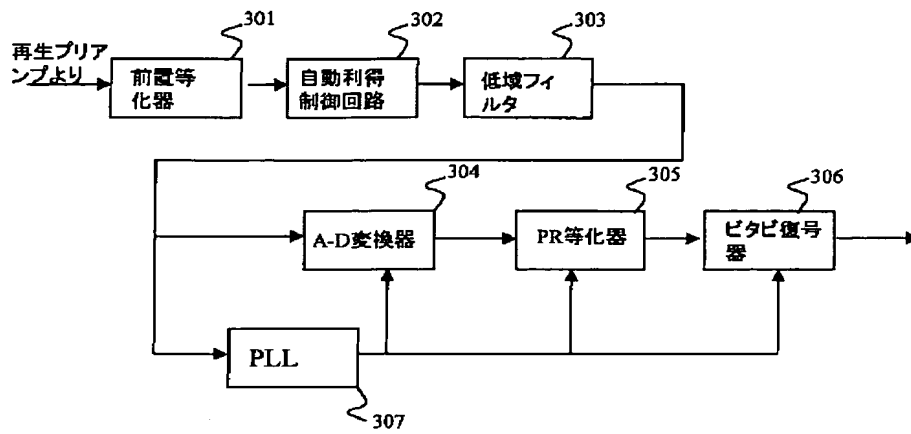


【図9】



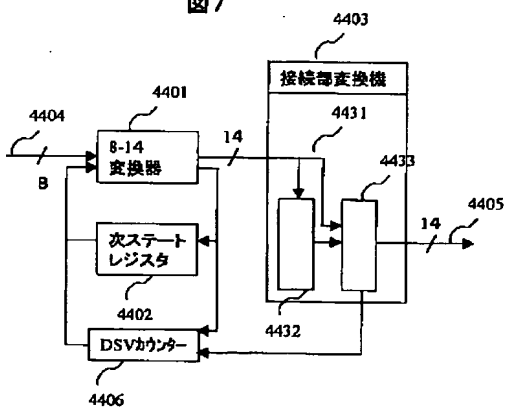
【図6】

図6



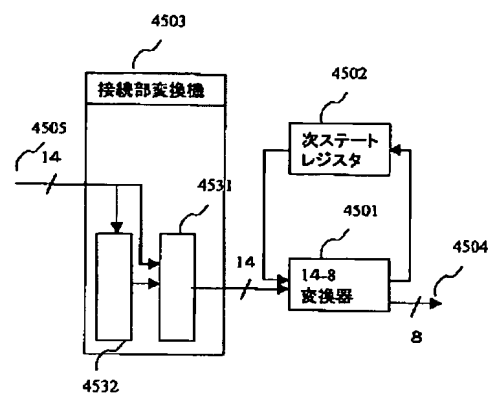
【図7】

図7



【図8】

図8



【図10】

図10

入力値	Table A				Table B			
	start0	start1	start2	start3	start0	start1	start2	start3
0	8192	8192	3073	3073	8215	8215	7199	8177
1	8195	8195	3073	3073	12415	8195	3073	8176
2	8198	8198	3073	3073	12542	8198	3073	8181
3	8204	8198	3073	3073	12798	8198	8207	8207
4	8207	8204	3064	3064	8207	8204	3064	8134
5	8216	8208	3068	3068	8208	8208	2040	2040
6	8220	8207	3087	3087	8220	8207	3087	16327
7	8222	8193	3086	3086	8222	8193	3086	8131
8	8223	8220	3100	3100	8223	8220	3100	12351
9	8240	8222	3102	3102	12351	8222	3102	10322
10	8241	8223	3103	3103	2040	8223	3103	3103
11	8248	8240	3120	3120	8248	8240	3120	8078
12	8252	8241	3121	3121	8252	8241	3121	12414
13	8254	8248	3122	3122	8254	8248	3122	12413
14	8258	8252	3132	3132	8258	8252	3132	16321
15	8268	8254	3134	3134	12302	8254	3134	3134
16	8268	8255	3133	3133	8268	8255	3133	3133
17	8281	8268	3168	3168	8281	8268	3168	8071
18	8304	8281	3169	3169	8304	8281	3169	12540
19	8305	8281	3171	3171	8305	8281	3171	16320
20	8312	8304	3184	3184	8312	8304	3184	12542
21	8318	8305	3185	3185	8318	8305	3185	16271
22	8318	8312	3182	3182	8318	8312	3182	16270
23	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
24	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
25	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
26	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
27	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
28	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
29	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
30	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
31	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
32	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
33	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
34	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
35	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
36	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
37	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
38	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
39	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
40	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
41	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
42	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
43	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188
44	8318	8318	3188	3188	8318	8318	3188	3188

【図12】

図12

入力値	Table A				Table B			
	start0	start1	start2	start3	start0	start1	start2	start3
81	12303	12303	391	391	391	12303	12303	391
82	12312	12312	398	398	398	12312	12312	4088
83	12318	12318	398	398	398	12318	12318	398
84	12318	12318	399	399	399	12318	12318	399
85	12318	12318	448	448	448	12318	12318	4092
86	12318	12318	448	448	448	12318	12318	4081
87	12318	12318	451	451	451	12318	12318	451
88	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
89	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
90	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
91	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
92	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
93	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
94	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
95	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
96	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
97	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
98	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
99	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
100	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
101	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
102	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
103	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
104	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
105	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
106	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
107	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
108	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
109	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
110	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
111	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
112	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
113	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
114	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
115	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
116	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
117	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
118	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
119	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
120	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
121	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
122	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
123	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
124	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
125	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
126	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
127	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
128	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
129	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
130	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
131	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
132	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
133	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
134	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454
135	12318	12318	454	454	454	12318	12318	454

【図11】

図11

入力値	Table A				Table B			
	start0	start1	start2	start3	start0	start1	start2	start3
45	8841	8841	3852	3852	8841	8841	3852	3852
46	8843	8843	3854	3854	8843	8843	3854	3854
47	8848	8848	3855	3855	8848	8848	3855	3855
48	8847	8847	3854	3854	8847	8847	3854	3854
49	8872	8843	3858	3858	8872	8843	3858	3858
50	8873	8848	3870	3870	8873	8848	3870	3870
51	8875	8847	3868	3868	8875	8847	3868	3868
52	8888	8872	3871	3871	8888	8872	3871	3871
53	8889	8873	3874	3874	8889	8873	3874	3874
54	8898	8875	3875	3875	8898	8875	3875	3875
55	8898	8888	3880	3880	8898	8888	3880	3880
56	8901	8889	3882	3882	8901	8889	3882	3882
57	8903	8888	3882	3882	8903	8888	3882	3882
58	8906	8890	3883	3883	8906	8890	3883	3883
59	8907	8893	3883	3883	8907	8893	3883	3883
60	8972	8893	3883	3883	8972	8893	3883	3883
61	8974	8893	3884	3884	8974	8893	3884	3884
62	8975	8898	3885	3885	8975	8898	3885	3885
63	8984	8887	3885	3885	8984	8887	3885	3885
64	8988	8872	3885	3885	8988	8872	3885	3885
65	8990	8874	3885	3885	8990	8874	3885	3885
66	8991	8875	3885	3885	8991	8875	3885	3885
67	8998	8884	3885	3885	8998	8884	3885	3885
68	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
69	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
70	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
71	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
72	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
73	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
74	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
75	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
76	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
77	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
78	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
79	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
80	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
81	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
82	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
83	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
84	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
85	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
86	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
87	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
88	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
89	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885
90	8998	8888	3885	3885	8998	8888	3885	3885

【図14】

図14

入力値	state0	state1	state2	state3	state0	state1	state2	state3	state0
181	454	14535	2033	2033	12289	454	14535	2033	2033
182	455	14580	8145	8145	8145	455	14580	8399	8399
183	480	14581	8147	8147	8147	480	14581	8147	7950
184	481	14583	8150	8150	8150	481	14583	8150	7943
185	482	14578	8151	8151	8151	482	14578	8151	15832
186	498	14577	7740	8158	8158	498	14577	7740	7740
187	487	14584	8158	8158	8158	487	14584	8158	15934
188	504	14586	8159	8159	8159	504	14586	8159	8159
189	508	14580	7710	8168	8168	508	14580	7710	7710
190	771	14591	8172	8172	8172	771	14591	8172	15835
191	774	15381	8174	8174	8174	774	15381	8174	8174
192	775	15383	8175	8175	15366	775	15383	8175	8175
193	780	15366	7895	8192	8192	780	15366	7895	7895
194	782	15367	8193	8193	8193	782	15367	8193	8193
195	783	15372	8200	8200	8200	783	15372	8200	16134
196	792	15374	8204	8204	8204	792	15374	8204	8204
197	786	15375	8206	8206	15372	786	15375	8206	8206
198	788	15384	7292	8240	8240	788	15384	7292	7292
199	799	15388	8241	8241	8241	799	15388	8241	16135
200	897	15390	8243	8243	8243	897	15390	8243	8243
201	889	15291	8256	8256	8256	889	15291	8256	16140
202	902	15408	8257	8257	8257	902	15408	8257	8257
203	903	15409	8264	8264	8264	903	15409	8264	8264
204	906	15418	8268	8268	15384	906	15418	8268	8268
205	810	15420	7230	8336	8336	810	15420	7230	7230
206	811	15422	8337	8337	8337	811	15422	8337	16142
207	980	15423	8338	8338	8338	980	15423	8338	8338
208	981	15456	8342	8342	8342	981	15456	8342	8342
209	983	15457	8343	8343	15408	983	15457	8343	8343
210	986	15469	8368	8368	8368	986	15469	8368	16143
211	987	15472	8369	8369	8369	987	15472	8369	8369
212	992	15473	8371	8371	15466	992	15473	8371	8371
213	893	15480	8384	8384	8384	893	15480	8384	8384
214	895	15484	8385	8385	15873	895	15484	8385	8385
215	1008	15486	8392	8392	8392	1008	15486	8392	8392
216	1009	15487	8398	8398	7189	1009	15487	8398	8398
217	1018	15873	7171	7171	7171	1018	15873	7171	7199
218	1839	15875	7174	7174	7174	1839	15875	7174	16152
219	1542	15878	7175	7175	7175	1542	15878	7175	7175
220	1543	15879	7180	7180	7180	1543	15879	7180	16156
221	1548	15884	7182	7182	1548	15884	7182	7182	7182
222	1550	15886	7183	7183	1550	15886	7183	7183	7183
223	1551	15887	7192	7192	1551	15887	7192	7192	16158
224	1560	15896	7196	7196	1560	15896	7196	7196	7196
225	1564	15900	7198	7198	1564	15900	7198	7198	7198

【図15】

図15

入力値	state0	state1	state2	state3	state4	state0	state1	state2	state3	state4
226	1566	15902	7218	7218	7218	1566	15902	7218	7218	16159
227	1587	15903	7217	7217	7217	1587	15903	7217	7217	7217
228	1588	15920	7224	7224	7224	1588	15920	7224	7224	7224
229	1589	15921	7228	7228	7228	1589	15921	7228	7228	7228
230	1592	15928	7264	7264	7264	1592	15928	7264	7264	16257
231	1596	15932	7285	7285	7285	1596	15932	7285	7285	7285
232	1598	15934	7287	7287	7287	1598	15934	7287	7287	7287
233	1780	15935	7280	7280	7280	1780	15935	7280	7280	7280
234	1785	16128	7281	7281	7281	1785	16128	7281	7281	7281
235	1788	16121	7288	7288	7288	1788	16121	7288	7288	7288
236	1789	16134	7681	7681	7681	1789	16134	7681	7681	16259
237	1804	16135	7683	7683	7683	1804	16135	7683	7683	7683
238	1806	16140	7688	7688	7688	1806	16140	7688	7688	7688
239	1807	16142	7687	7687	7687	1807	16142	7687	7687	7687
240	1816	16143	7692	7692	7692	1816	16143	7692	7692	7692
241	1820	16152	7694	7694	7694	1820	16152	7694	7694	7694
242	1822	16158	7704	7704	7704	1822	16158	7704	7704	7704
243	1821	16159	7708	7708	7708	1821	16159	7708	7708	7708
244	1823	16159	7728	7728	7728	1823	16159	7728	7728	7728
245	1828	16257	7729	7729	7729	1828	16257	7729	7729	7729
246	1827	16259	7736	7736	7736	1827	16259	7736	7736	7736
247	1832	16282	8336	8336	8336	1832	16282	8336	8336	16282
248	1834	16283	8240	8240	8240	1834	16283	8240	8240	7937
249	1984	16288	8339	8339	8339	1984	16288	8339	8339	7938
250	1985	16270	8342	8342	8342	1985	16270	8342	8342	7942
251	1987	16271	8348	8348	8348	1987	16271	8348	8348	7948
252	1988	16320	7188	7188	7188	1988	16320	7188	7188	7980
253	2018	16321	7193	7193	7193	2018	16321	7193	7193	8064
254	2017	16323	8065	8065	8065	2017	16323	8065	8065	8065
255	2032	16327	8128	8128	8128	2032	16327	8128	8128	8128

フロントページの続き

(72)発明者 峯邑 浩行
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D044 BC06 CC04 GL10 GL12 GL31
 GL32
 5D090 AA01 BB04 CC01 CC05 DD03
 EE13 FF11 FF42